



①⑨ **BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND**



**DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT**

⑫ **Patentschrift**
⑩ **DE 197 21 843 C 1**

⑤① Int. Cl.⁶:
G 01 B 9/02
G 01 J 9/02
G 01 J 4/04
G 01 B 11/24
G 01 B 11/30

②① Aktenzeichen: 197 21 843.1-52
②② Anmeldetag: 26. 5. 97
④③ Offenlegungstag: -
④⑤ Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: 11. 2. 99

DE 197 21 843 C 1

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

⑦③ **Patentinhaber:**
Robert Bosch GmbH, 70469 Stuttgart, DE

⑦④ **Vertreter:**
Jeck . Fleck . Herrmann Patentanwälte, 71665
Vaihingen

⑦② **Erfinder:**
Drabarek, Pawel, 75233 Tiefenbronn, DE

⑤⑥ **Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
gezogene Druckschriften:**
DE 44 27 352 C1
DE 1 95 01 526 A1
US-Z: DRESEL, Th. et al.: Three-dimensional
sensing of rough surfaces by coherence radar;
in: Applied Optics, Vol. 31, No. 7, 1 March
1992, S. 919-925;

⑤④ **Interferometrische Meßvorrichtung**

⑤① Die Erfindung bezieht sich auf eine interferometrische Meßvorrichtung zur Formvermessung an Oberflächen eines Meßobjekts mit einer Strahlungserzeugungseinheit, die eine kurzkohärente Strahlung abgibt, mittels Erfassung des Interferenzmaximums. Eine genaue Messung bei relativ einfacher Handhabung wird auch an schwer zugänglichen Stellen des Meßobjekts dadurch ermöglicht, daß der erste Teilstrahl mittels mindestens eines weiteren Strahlteilers in mindestens zwei weitere Teilstrahlen aufgeteilt werden, daß der eine weitere Teilstrahl als Referenz-Teilstrahl auf einen in vorgegebenem Abstand von dem weiteren Strahlteiler angeordneten Referenzspiegel geführt ist, während der mindestens eine andere weitere Teilstrahl als Meß-Teilstrahl auf einem jeweiligen Meßpunkt des Meßobjekts gelenkt ist und daß die Interferenzmaxima des Referenz-Teilstrahls und des mindestens einen Meß-Teilstrahls mittels der Photodetektoreinrichtung und der Steuereinrichtung getrennt erfaßbar sind.

DE 197 21 843 C 1

Die Erfindung bezieht sich auf eine Interferometrische Meßvorrichtung zur Formvermessung an rauen Oberflächen eines Meßobjekts mit einer Strahlungserzeugungseinheit zur Abgabe einer kurzkohärenten Strahlung, einem ersten Strahlteiler zum Bilden eines ersten und eines zweiten Teilstrahls, von denen der erste auf die zu vermessende Oberfläche und der zweite auf eine Vorrichtung mit einem reflektierenden Element zum periodischen Ändern des Lichtwegs gerichtet ist, mit einem Überlagerungselement, an dem die von der Oberfläche und von der Vorrichtung kommende Strahlung zur Interferenz gebracht werden, und einer Photodetektoreinrichtung, die die interferierte Strahlung aufnimmt und entsprechende elektrische Signale einer Steuereinrichtung zur Auswertung zuführt.

Eine interferometrische Meßvorrichtung dieser Art ist in der Veröffentlichung T. Dresel, G. Häusler, H. Venzke "Three-Dimensional sensing of rough surfaces by coherence radar", App. Opt., Vol. 31, No. 7, vom 01.03.1992 als bekannt ausgewiesen. In dieser Veröffentlichung wird ein Interferometer mit kurzkohärenter Lichtquelle und piezobewegtem Spiegel zur Formvermessung an rauen Oberflächen vorgeschlagen. In der Meßvorrichtung wird ein erster Teilstrahl in Form einer Lichtwelle, die von einem Meßobjekt zurückgestrahlt ist, mit einem zweiten Teilstrahl in Form einer Referenzwelle überlagert. Die beiden Lichtwellen haben eine sehr kurz Kohärenzlänge (einige μm), so daß der Interferenzkontrast ein Maximum erreicht, wenn die optische Wegdifferenz null ist. Zum Ändern des Lichtwegs der Referenzwelle ist ein reflektierendes Element in Form eines piezobewegten Spiegels vorgesehen. Durch den Vergleich der Lage des piezobewegten Spiegels mit der Zeit des Auftretens des Interferenzmaximums, läßt sich der Abstand zum Meßobjekt bestimmen. Die Handhabung einer derartigen Meßvorrichtung in praktische Anwendungsfällen ist häufig nicht einfach.

Vorteile der Erfindung

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine interferometrische Meßvorrichtung der eingangs angegebenen Art bereitzustellen, mit der beispielsweise auch ein Hohlraum eines Meßobjekts genau und auch absolut vermessen werden kann.

Diese Aufgabe wird mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst. Hiernach ist also vorgesehen, daß der erste Teilstrahl mittels mindestens eines weiteren Strahlteilers in mindestens zwei weitere Teilstrahlen aufgeteilt wird, daß der eine weitere Teilstrahl als Referenz-Teilstrahl auf einen in vorgegebenem Abstand von dem weiteren Strahlteiler angeordneten Referenzspiegel geführt ist, während der mindestens eine andere weitere Teilstrahl als Meß-Teilstrahl auf einen jeweiligen Meßpunkt des Meßobjekts gelenkt ist und daß die Interferenzmaxima des Referenz-Teilstrahls und des mindestens einen Meß-Teilstrahls mittels der Photodetektoreinrichtung und der Steuereinrichtung getrennt erfassbar sind. Durch die Auftrennung des ersten Teilstrahls in den Referenz-Teilstrahl und mindestens einen Meß-Teilstrahl und die Erfassung der jeweiligen Referenzmaxima wird für den mindestens einen Meßpunkt ein zusätzlicher Referenzwert erhalten, der auf relativ einfache Weise eine exakte Formvermessung auch an schwer zugänglichen Stellen des Meßobjekts ermöglicht.

Eine vorteilhafte Ausführungsform besteht darin, daß die Trennung der Interferenzmaxima des Referenz-Teilstrahls

und des mindestens einen Meß-Teilstrahls aufgrund ihrer zeitlichen Verschiebung und/oder einer unterschiedlichen Kennung der Strahlung erfolgt. Mit diesen Maßnahmen ist bei einfacher Trennung der Interferenzmaxima des Referenz-Teilstrahls und des mindestens einen Meß-Teilstrahls eine genaue Erfassung und Auswertung möglich.

Ist vorgesehen, daß einer der weiteren Strahlteiler ein Polarisationsstrahlteiler ist, daß der Referenz-Teilstrahl und der mit dem Polarisationsstrahlteiler abgetrennte Meß-Teilstrahl unterschiedlich polarisiert sind und daß der Referenz-Teilstrahl und der diesem gegenüber unterschiedlich polarisierte Meß-Teilstrahl verschiedenen Photodetektoren der Photodetektoreinrichtung zugeführt werden, so können der Referenz-Teilstrahl und der mindestens eine, polarisierte Meß-Teilstrahl eindeutig und mit einfachen Mitteln getrennt und erfaßt werden.

Die Handhabung wird dadurch erleichtert, daß der mindestens eine weitere Strahlteiler (16, 17) und der Referenzspiegel in einer gemeinsamen Meßsonde angeordnet sind, an deren gemeinsamer Lichteintritt- und Lichtaustrittsseite und eine Fokussierungslinse angeordnet ist und in der Fenster zum Austritt und Eintritt des mindestens einen Meß-Teilstrahls ausgebildet sind. Bei diesem Aufbau werden Justierarbeiten eingespart und die Anordnung bei fest vorgegebenem Aufbau des Meßkopfes vereinfacht.

Weitere Maßnahmen zur Vereinfachung des Aufbaus und der Auswertung bestehen darin, daß die Vorrichtung zum Ändern des Lichtwegs eine im Strahlengang des zweiten Teilstrahls zum Ändern dessen Lichtwegs angeordnete akustooptische Deflektoreinrichtung mit mindestens zwei akustooptischen Deflektoren und dahinter ortsfest angeordnet das reflektierende Element aufweist und daß die Deflektoren frequenzmoduliert angesteuert und in bezug auf den ankommenden zweiten Teilstrahl sowie auf das reflektierende Element derart angeordnet ist, daß der zu dem Überlagerungselement geführte zweite Teilstrahl durch seine Ablenkung in den Deflektoren die Änderung seines Lichtwegs erfährt. Dabei ist vorteilhaft vorgesehen, daß der erste Deflektor den ankommenden zweiten Teilstrahl in Abhängigkeit von der Frequenz um einen zeitlich variablen Winkel ablenkt und der zweite Deflektor die Winkelablenkung zurücksetzt, so daß der zweite Teilstrahl wieder in der Einfallsrichtung bezüglich des ersten Deflektors parallel versetzt weiterverläuft, und daß das reflektierende Element als Beugungsgitter ausgebildet ist, das bezüglich des aus dem zweiten Deflektor austretenden Teilstrahles derart schräg ausgerichtet ist, daß der Teilstrahl in Einfallsrichtung zurückgeführt wird.

Die Auswertung des Interferenzmaximums kann zum Beispiel dadurch genau erfolgen, daß in dem Strahlengang des ersten Teilstrahls und/oder in dem Strahlengang des zweiten Teilstrahls eine Anordnung vorgesehen ist, die eine Frequenzverschiebung zwischen beiden interferierenden Teilstrahlen bewirkt. Zur Vereinfachung kann dabei vorgesehen sein, daß die Trägerfrequenzen der beiden Deflektoren mittels einer gemeinsamen Steuerichtung moduliert werden.

Die vereinfachte, genauere Auswertung des Interferenzmaximums kann aber auch dadurch erfolgen, daß die Anordnung als von einem Modulator-Treiber angesteuerter akustooptischer Modulator ausgebildet ist, der in dem Strahlengang des ersten Teilstrahls zwischen dem ersten Strahlteiler und dem Meßobjekt angeordnet ist.

Die Erfindung wird nachfolgend anhand eines Ausführungsbeispiels unter Bezugnahme auf die Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 einen schematischen Aufbau einer interferometrischen Meßvorrichtung zur Erfassung des Interferenzmaximums und

Fig. 2 Signalverläufe der in Fig. 1 gezeigten Meßvorrichtung.

Ein mittels eines Kollimators 2 kollimierter Strahl einer kurzkohärenten Strahlungserzeugungseinheit in Form einer Lichtquelle 1, zum Beispiel einer Laserdiode, wird in einem ersten Strahlteiler ST1 in einen ersten und einen zweiten Teilstrahl 3 bzw. 4 aufgeteilt. Der erste Teilstrahl 3 wird in eine Meßsonde 5 geführt. Der zweite Teilstrahl 4 läuft über einen Spiegel SP1 und ein Kompensationsgitter 21, mit dem eine Winkeldispersion und eine räumliche Dekohärenz korrigiert werden, durch zwei akustooptische Deflektoren 8, 9, die mittels eines gemeinsamen Deflektor-Treibers 12 frequenzmoduliert angesteuert werden.

Durch die Frequenzmodulation wird der Ablenkswinkel des zweiten Teilstrahls 4 in dem ersten akustooptischen Deflektor 8 um einen Winkel α variiert. In dem zweiten akustooptischen Deflektor 9 wird der zweite Teilstrahl 4 anschließend wieder in die Richtung abgelenkt, in der er auf den ersten akustooptischen Deflektor 8 auftrifft. Auf diese Weise entsteht ein Parallelversatz des aus dem zweiten akustooptischen Deflektor 9 austretenden zweiten Teilstrahls 4, der anschließend ein reflektierendes Element in Form eines Beugungsgitters 10 beleuchtet. Das Beugungsgitter 10 ist unter einem bestimmten Winkel so geneigt und ausgebildet, daß der zurückgebeugte zweite Teilstrahl 4 unabhängig von dem Parallelversatz in die interferometrische Anordnung über das optisch parallel zu dem Beugungsgitter 10 angeordnete Kompensationsgitter 21 zu dem ersten Strahlteiler ST1 zurückläuft und sich in diesem dem zurücklaufenden ersten Teilstrahl 3 überlagert und mit diesem interferiert. Wenn die beiden Teilstrahlen 3 und 4 die gleiche optische Strecke zurücklegen, hat der Interferenzkontrast ein Maximum erreicht.

Da die beiden akustooptischen Deflektoren 8, 9 so angeordnet sind, daß die Winkelablenkung des ersten Deflektors 8 in dem zweiten Deflektor 9 zurückgesetzt und der zweite Teilstrahl nur parallel verschoben wird, wobei sich eine Wegänderung d ergibt, wird der Lichtweg, bzw. die optische Strecke (Laufzeit) des zweiten Teilstrahls 4 moduliert. Wenn die optische Wegdifferenz der beiden Teilstrahlen 3, 4 null ist, sieht auch ein im Strahlengang der interferierten Strahlung angeordneter Photodetektor 11.1 oder 11.2 einer Photodetektoreinrichtung 11 das Interferenzmaximum. Durch den Vergleich des Zeitpunkts des Interferenzmaximums bzw. Signalmaximums des Photodetektors 11.1, 11.2 mit der momentanen Frequenz des Deflektor-Treibers 12 in einer Steuereinrichtung 14 läßt sich der Abstand zu einem Meßpunkt 7.1 oder 7.2 eines Meßobjekts 7 genau bestimmen.

Zur genaueren Bestimmung des Interferenzmaximums wird eine heterodyn-interferometrische Auswertung vorgenommen. Hierzu werden die beiden akustooptischen Deflektoren 8, 9 mittels einer ersten und einer zweiten Treiberstufe 12.1, 12.2 eines Deflektor-Treibers 12 mit geringfügig unterschiedlichen Trägerfrequenzen angesteuert, wobei die Frequenzdifferenz beispielsweise bei einer Trägerfrequenz von einigen 10 MHz 0,5 MHz beträgt. Dadurch weist der zweite Teilstrahl 4 eine der doppelten Trägerfrequenzdifferenz entsprechende Frequenzverschiebung, beispielsweise ein MHz auf. Die Trägerfrequenzen werden von der Steuereinrichtung 14 moduliert, die auch zur Auswertung des Interferenzmaximums dient. Durch diese Ansteuerung der beiden Deflektoren 8, 9 mit geringfügig unterschiedlichen Trägerfrequenzen wird eine Modulation des Lichtwegs (Laufzeit) des zweiten Teilstrahls 4 bewirkt. Durch den Vergleich des Zeitpunkts des Maximums des Heterodyn-Interferenzsignals zum Beispiel mit der momentanen Frequenz der Steuereinrichtung 14 läßt sich der Abstand zu den Meß-

punkten 7.1, 7.2 bestimmen.

Zur Erfassung der Meßpunkte 7.1, 7.2, die innerhalb eines Hohlraums des Meßobjekts 7 liegen, wird der erste Teilstrahl 3 über eine Fokussierungslinse 6 in die Meßsonde 5 geführt und auf einen Doppelstrahlteiler 15 gerichtet, der eine erste und eine zweite Teilungsebene 16, 17 aufweist. An der ersten Teilungsebene 16 wird der erste Teilstrahl 3 in zwei Komponenten, nämlich einen ersten weiteren Teilstrahl 18 in Form eines Meß-Teilstrahls und einen zweiten weiteren Teilstrahl 19 in Form eines Referenz-Teilstrahls zerlegt. Der erste weitere Teilstrahl 18 und der zweite weitere Teilstrahl 19 sind durch die polarisierend wirkende erste Teilungsebene 16 senkrecht zueinander polarisiert. An der zweiten Teilungsebene 17 wird von dem durch die erste Teilungsebene 16 hindurchlaufenden, den Referenz-Teilstrahl 19 bildenden Teilstrahl ein dritter weiterer Teilstrahl 20 ebenfalls als Meß-Teilstrahl abgeteilt.

Der Referenz-Teilstrahl 19. Der Referenz-Teilstrahl 19, der gerade durch den Doppelstrahlteiler 15 hindurchläuft, wird auf einem Referenzspiegel 13 fokussiert und beleuchtet nach der Rückreflexion und Durchlauf durch die Fokussierungslinse 6 ebenso wie der erste und der dritte weitere Teilstrahl 18, 20 den als Überlagerungselement wirkenden ersten Strahlteiler ST1 und interferiert mit dem zweiten Teilstrahl 4.

Der Referenz-Teilstrahl 19 gelangt von dem ersten Strahlteiler ST1 über einen weiteren, in dieser Polarisationssebene sperrenden Strahlteiler ST2 und einen weiteren Spiegel SP2 auf den zweiten Photodetektor 11.2. Der dritte weitere Teilstrahl 20, d. h. der eine Meß-Teilstrahl, der von dem zweiten Meßpunkt 7.2 zurückgestreut wird, beleuchtet ebenfalls den zweiten Photodetektor 11.2, während der von dem ersten Meßpunkt 7.1 rückgestreute Strahl nach Reflexion an der ersten Teilungsebene 16 über den ersten Strahlteiler ST1 und den weiteren Strahlteiler ST2, der für diese Polarisationssebene durchlässig ist, auf den ersten Photodetektor 11.1 gelangt. Da sowohl der Referenz-Teilstrahl 19 als auch die, beiden Meß-Teilstrahlen 18, 20 mit dem zurücklaufenden zweiten Teilstrahl 4 interferieren liefern die Photodetektoren jeweilige elektrische Signale (Echos), deren Wechselanteil ein Maximum erreicht, wenn das jeweilige der drei Interferenzmaxima auftritt. In Fig. 2 sind die erhaltenen Signale in Form des Echos E_1 von dem ersten Meßpunkt 7.1, des Echos des Referenz-Teilstrahls 19 und des Echos von dem zweiten Meßpunkt 7.2 über der Zeit und getrennt nach den beiden Photodetektoren 11.1, 11.2 dargestellt.

Die Meßvorrichtung, insbesondere die Meßsonde 5 bezüglich des Meßobjekts 7 kann mittels eines Etalons kalibriert werden. Dazu wird die Meßsonde 5 in ein Etalon mit bekanntem Durchmesser L_0 eingeführt und so positioniert, daß die Zeitdifferenz zwischen dem Maximum des Echos E_1 von dem Meßpunkt 7.1 und des Echos E_R von dem Referenzspiegel 13 null ist, wie in Fig. 2 gezeigt. In dieser Position wird eine Zeitdifferenz T_0 zwischen dem Maximum des Echos E_R des Referenzspiegels 13 und dem Maximum des Echos E_2 des Meßpunktes 7.2 gemessen und auf einen dieser Zeitdifferenz T_0 entsprechenden Referenzweg L_1 umgerechnet. Die Anordnung der Meßsonde 5 ist vorzugsweise so ausgelegt, daß für alle Meßobjekte 7 der Referenzweg L_1 nie Null ist. Der Durchmesser L_0 und der Referenzweg L_1 sind die Kalibriergrößen des Systems, und ein unbekannter Durchmesser L_x kann aufgrund des Zusammenhangs

$$L_x = L_0 - L_1 + \Delta L_{M1} L_R + \Delta L_{M2} L_R$$

ermittelt werden. Dabei ist $\Delta L_{M1} L_R$ die gemessene Wegdifferenz zwischen dem ersten Meßpunkt 7.1 des Meßobjekts 7 und dem Referenzspiegel 13 und $\Delta L_{M2} L_R$ die gemessene

Wegdifferenz zwischen dem zweiten Meßpunkt 7.2 des Meßobjekts 7 und dem Referenzspiegel 13.

Bei dem zu vermessenden Meßobjekt 7 unbekannten Durchmessers kann somit aus einer zeitlichen Verschiebung zwischen dem Echo E_1 des ersten Meßpunkt 7.1 und des Echos E_R des Referenzspiegels 13 einerseits und einer Abweichung des Abstandes des Echos E_2 des zweiten Meßpunktes 7.2 gegenüber dem Echo E_R des Referenzspiegels 13 eine Formabweichung sehr genau (im Bereich einiger Nanometer) gemessen werden.

Patentansprüche

1. Interferometrische Meßvorrichtung zur Formvermessung an rauen Oberflächen eines Meßobjekts mit einer Strahlungserzeugungseinheit zur Abgabe einer kurzkohärenten Strahlung, einem ersten Strahlteiler zum Bilden eines ersten und eines zweiten Teilstrahls, von denen der erste auf die zu vermessende Oberfläche und der zweite auf eine Vorrichtung mit einem reflektierenden Element zum periodischen Ändern des Lichtwegs gerichtet ist, mit einem Überlagerungselement, an dem die von der Oberfläche und der Vorrichtung kommende Strahlung zur Interferenz gebracht werden, und einer Photodetektoreinrichtung, die die interferierte Strahlung aufnimmt und entsprechende elektrische Signale einer Steuereinrichtung zur Auswertung zuführt, **dadurch gekennzeichnet**,

daß der erste Teilstrahl (3) mittels mindestens eines weiteren Strahlteilers (16, 17) in mindestens zwei weitere Teilstrahlen (18, 19, 20) aufgeteilt wird, daß der eine weitere Teilstrahl als Referenz-Teilstrahl (19) auf einen in vorgegebenem Abstand von dem weiteren Strahlteiler (16, 17) angeordneten Referenzspiegel (13) geführt ist, während der mindestens eine andere weitere Teilstrahl als Meß-Teilstrahl (18, 20) auf einen jeweiligen Meßpunkt (MP1, MP2) des Meßobjekts (7) gelenkt ist und daß die Interferenzmaxima (E_R , E_1 , E_2) des Referenz-Teilstrahls (19) und des mindestens einen Meß-Teilstrahls (18, 20) mittels der Photodetektoreinrichtung (11.1, 11.2) und der Steuereinrichtung (14) getrennt erfaßbar sind.

2. Meßvorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Trennung der Interferenzmaxima (E_R , E_1 , E_2) des Referenz-Teilstrahls (19) und des mindestens einen Meß-Teilstrahls (18, 20) aufgrund ihrer zeitlichen Verschiebung und/oder einer unterschiedlichen Kennung der Strahlung erfolgt.

3. Meßvorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß einer der weiteren Strahlteiler (16, 17) ein Polarisationsstrahlteiler ist, daß der Referenz-Teilstrahl (19) und der mit dem Polarisationsstrahlteiler (16) abgetrennte Meß-Teilstrahl (18) unterschiedlich polarisiert sind und daß der Referenz-Teilstrahl (19) und der diesem gegenüber unterschiedlich polarisierte Meß-Teilstrahl (18) verschiedenen Photodetektoren (11.1, 11.2) der Photodetektoreinrichtung (11) zugeführt werden.

4. Meßvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der mindestens eine weitere Strahlteiler (16, 17) und der Referenzspiegel (13) in einer gemeinsamen Meßsonde angeordnet sind, an deren gemeinsamer Lichteintritt- und Lichtaustrittsseite eine Fokussierungslinse (6) angeordnet ist und in der Fenster zum Austritt und Eintritt des mindestens einen Meß-Teilstrahls (18, 20) ausgebildet

sind.

5. Meßvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Vorrichtung zum Ändern des Lichtwegs eine im Strahlengang des zweiten Teilstrahls (4) zum Ändern dessen Lichtwegs angeordnete akustooptische Deflektoreinrichtung mit mindestens zwei akustooptischen Deflektoren (8, 9) und dahinter ortsfest angeordnet das reflektierende Element (10) aufweist und daß die Deflektoren (8, 9) frequenzmoduliert angesteuert und in bezug auf den ankommenden zweiten Teilstrahl (4) sowie auf das reflektierende Element (10) derart angeordnet ist, daß der zu dem Überlagerungselement (ST1) geführte zweite Teilstrahl (4) durch seine Ablenkung (α) in den Deflektoren (8, 9) die Änderung seines Lichtwegs erfährt.

6. Meßvorrichtung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß der erste Deflektor (8) den ankommenden zweiten Teilstrahl (4) in Abhängigkeit von der Frequenz um einen zeitlich variablen Winkel ablenkt und der zweite Deflektor (9) die Winkelablenkung zurücksetzt, so daß der zweite Teilstrahl (4) wieder in der Einfallsrichtung bezüglich des ersten Deflektors (8) parallel versetzt weiterverläuft, und daß das reflektierende Element als Beugungsgitter (10) ausgebildet ist, das bezüglich des aus dem zweiten Deflektor (9) austretenden Teilstrahls derart schräg ausgerichtet ist, daß der Teilstrahl in Einfallsrichtung zurückgeführt wird.

7. Meßvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß in dem Strahlengang des ersten Teilstrahls (3) und/oder in dem Strahlengang des zweiten Teilstrahls (4) eine Anordnung (8, 9) vorgesehen ist, die eine Frequenzverschiebung zwischen beiden interferierenden Teilstrahlen (3, 4) bewirkt.

8. Meßvorrichtung nach einem der Ansprüche 5 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß die beiden Deflektoren (8, 9) mit derart geringfügig unterschiedlichen Trägerfrequenzen von zwei Deflektor-Treibern (12.1, 12.2) angesteuert werden, daß der zweite Teilstrahl (4) eine Frequenzverschiebung erfährt.

9. Meßvorrichtung nach Anspruch 8, daß die Trägerfrequenzen der beiden Deflektoren (8, 9) mittels der gemeinsamen Steuereinrichtung (14) moduliert werden.

10. Meßvorrichtung nach einem der Ansprüche 7 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Anordnung als von einem Modulator-Treiber angesteuerter akustooptischer Modulator ausgebildet ist, der in dem Strahlengang des ersten Teilstrahls (3) zwischen dem ersten Strahlteiler (ST1) und dem Meßobjekt (7) angeordnet ist.

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

- Leerseite -

